



ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ปริมาณสารกาบา และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ
ของพันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา อำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร
Morphology, GABA Content and Antioxidant Activity of Highland Rices at
Banpaka Khlong Lan District Kamphaeng Phet Province

จุฑามาศ ทามา*

Juthamas Tama

รัตนาวดี ทองสุทธิ์*

Rattanawadee Thongsut

ศิริพร เกตุพงษ์*

Siriporn Ketphong

มณฑา หมีไพรพฤกษ์**

Montha Meepriruk

ศศิวรรณ พลายนหาร***

Sasiwan Plailaharn

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้มุ่งศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ปริมาณสารกาบาและ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของพันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ วัดความยาว ความกว้าง ความหนา และน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดข้าวเปลือก นำเมล็ดข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ บดละเอียดเตรียมสารสกัดหยาบจากข้าวกล้อง วิเคราะห์ปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวทีริกแอซิด (กาบา) และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ผลการวิจัยพบว่า ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 9.83 ± 0.54 มิลลิเมตร ในข้าวพันธุ์เจ้าลีซอและ 9.02 ± 0.29 มิลลิเมตร ในข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอฟ่าง โดยที่ข้าวพันธุ์เจ้าลีซอมีความกว้างของเมล็ดข้าวมากที่สุด เท่ากับ 3.62 ± 0.14 มิลลิเมตร มีความหนาของของเมล็ดข้าวมากที่สุด เท่ากับ 2.27 ± 0.19 มิลลิเมตรและมีน้ำหนักของข้าวมากที่สุด เท่ากับ 3.70 ± 0.10 กรัม/ 100 เมล็ด ปริมาณกาบาของข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ เท่ากับ 16.00 ± 0.35 14.60 ± 0.69 15.93 ± 0.23 19.63 ± 0.23 และ 14.87 ± 0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ 87.45 ± 1.16 90.17 ± 0.07 83.81 ± 1.54 90.52 ± 1.24 ตามลำดับ ข้าวต่างสายพันธุ์กันก็มียอดประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เช่นปริมาณแอมิโนสและแอมิโนเพกติน จึงทำให้ปริมาณสารกาบาและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน

คำสำคัญ : สารกาบา / ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ / พันธุ์ข้าวที่สูง

*นักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

**อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

***อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ

ABSTRACT

This research aims to study the morphology, gamma amino butyric acid (GABA) content and antioxidant activity of 5 highland rice types at Banpaka as Bale, Bajurpang, Bayangjur, Bakour and Jaowlesor. The morphology include of length, width and thickness of Paddy were measure. The five local rice varieties were ground to prepare crude extracts then analyzed GABA content, and antioxidant activity. The result showed that the length ranged between 9.83 ± 0.54 mm in “Jaowlesor” and 9.02 ± 0.29 mm in “Bajurpang”. The Jaowlesor had the highest value of 3.62 ± 0.14 mm for width and 2.27 ± 0.19 mm for thickness. Jaowlesor had the highest value of 3.71 ± 0.10 g for 100-grains weight. GABA contents in Bale, Bajurpang, Bayangjur, Bakour and Jaowlesor were 16.00 ± 0.35 14.60 ± 0.69 15.93 ± 0.23 19.63 ± 0.23 and 14.87 ± 0.23 mg/100 g., respectively. Antioxidant activities in Bale, Bajurpang, Bayangjur, Bakour and Jaowlesor were 87.45 ± 1.16 90.17 ± 0.07 83.81 ± 1.54 90.52 ± 1.24 , respectively. The different of local rice varieties contain different chemical compositions such as amylose and amylopectin that corresponds to GABA content and Antioxidant activities.

Keywords : GABA / Antioxidant Activity / Highland Rice Types

บทนำ

ข้าว (rice) เป็นอาหารหลักของคนไทย ข้าวขาวหรือข้าวสารที่ผ่านการขัดสีจากข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ด จะหลุดออกไปเกือบหมด ซึ่งเป็นแหล่งสะสมสารอาหารที่ประกอบไปด้วยโปรตีน วิตามิน เกลือแร่ สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) และกาบา (gamma aminobutyric acid; GABA) การบริโภคเพื่อให้ได้สารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายจึงควรบริโภคข้าวที่ผ่านการขัดสีน้อยที่สุดซึ่งได้แก่ ข้าวกล้อง เป็นข้าวที่สีเอาเปลือกหรือแกลบออก โดยไม่ได้ขัดสีเอาจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวที่มีสีน้ำตาลอ่อนออกจึงมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวขาว ข้าวกล้องหรือข้าวไม่ขัดสีทุกประเภททุกสายพันธุ์ ล้วนมีสารอาหารที่แตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ข้าวและสภาพพื้นที่ในการปลูก ในข้าวกล้องจะประกอบด้วยสารอาหารจำนวนมาก เช่น โยอาหารกรดไฟติก วิตามินซี วิตามินอี สารต้านอนุมูลอิสระที่มีส่วนสำคัญในการช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคกระเพาะ ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทานโรคและยังช่วยชะลอความแก่ชรา และที่สำคัญมีสารกาบาซึ่งทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (Zhang, et al., 2007) ที่ช่วยในเรื่องความจำและการเรียนรู้

พันธุ์ข้าวพื้นเมืองมีการปลูกในหลายพื้นที่ของประเทศ มีความหลากหลายทางพันธุกรรมและลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ความต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองยังมีรสชาติอร่อย มีสารอาหารบางชนิดสูง และเจริญเติบโตได้ในดินที่มีธาตุอาหารต่ำ (Tripathy, et al., 2005) ซึ่งข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันจะมีความแตกต่างกันทั้งในลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางการเกษตร และองค์ประกอบทางโภชนาการ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยบันทึกสี การมีขนบนเปลือกข้าว วัดความกว้าง (W) และความยาว (L) การศึกษารูปร่างของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง โดยใช้อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง (L/W) รูปร่างของข้าวเปลือก จำแนกเป็น 3 แบบ ได้แก่ รูปร่างป้อม ($L/W < 3.1$) รูปร่างเรียวยาว ($L/W = 3.3-4$) และรูปร่างเรียวยาว ($L/W > 4.2$) (ธีระ และคนอื่นๆ, 2555) ลักษณะสีและขนาดของข้าวเปลือก การมีหางข้าว การมีขนบนเปลือกข้าว สามารถนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มพันธุ์ปลูกของข้าวได้ (สุริย์ และคนอื่นๆ, 2539; Appa, et al., 1997) โดยในข้าวกล้องมีสารอาหารหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นธาตุเหล็ก

สังกะสี ทองแดง วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน สภาพของลักษณะภูมิประเทศของ บ้านป่าคา ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร มีลักษณะพื้นที่สูง ระดับน้ำทะเลประมาณ 700-800 พันธุ์สภาพป่าเป็นป่าดงดิบผสมป่าเบญจพรรณที่มีความสมบูรณ์ เป็นต้นน้ำของลำธารและคลองหลายสาย มีชนกลุ่มน้อยตั้งถิ่นฐานอยู่ประกอบด้วย 5 เผ่า ได้แก่ ม้ง เย้า กะเหรี่ยง มูเซอ และลีซอ พันธุ์ข้าวพื้นเมืองบนพื้นที่สูงมีดังนี้ พันธุ์เบิ้ลจ้อ ฟ่าง พันธุ์นี้เป็นข้าวเจ้า และทำแบบข้าวนา ชื่อพันธุ์ข้าว เรียกตามชื่อของคนที่นำมาปลูก พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ เป็นข้าวนา ชื่อพันธุ์ข้าวเรียกตามชื่อของคนที่นำมาปลูก พันธุ์เบิ้ลล๊ะเป็นข้าวแดงซึ่งเป็นข้าวป่า ข้าวไร่พันธุ์เบิ้ลเกลื้อะเป็นข้าวไร่ พันธุ์เจ้าลีซอเป็นเมล็ดพันธุ์ที่กรมการข้าวนำมาให้ทดลองปลูกในเขตบ้านป่าคา ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร นำเมล็ดพันธุ์มาจาก จังหวัดแม่ฮ่องสอน (มณฑล และคนอื่นๆ, 2559, บทคัดย่อ) คนเผ่าที่แตกต่างกันก็จะมีปลูกและเก็บรักษาพันธุ์ที่เป็นพันธุ์เฉพาะของคนเผ่าตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ตามไหลเขาหรือภูเขา และพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรปลูกมีลักษณะหลายอย่างเช่น มีสีเปลือกและรูปร่างเมล็ดที่แตกต่างกัน ปัจจุบันนี้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากทั้งในด้านของการนำมาใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เกษตรกรรมและเครื่องสำอางเนื่องจากข้าวพื้นเมืองมีลักษณะทางพันธุกรรมหรือคุณสมบัติที่ดีบางประการ เช่น ความต้านทานโรค ต้านทานแมลง คุณค่าทางอาหาร เพราะมีสารอาหารที่มีฤทธิ์เป็นยา ช่วยป้องกันการเกิดโรคหลายชนิด ซึ่งอาจเรียกข้าวสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวว่า เป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

ข้าวยังเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมการแปรรูปที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ปริมาณสารกาบา และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ของพันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์เบิ้ลล๊ะ ข้าวพันธุ์เบิ้ลจ้อฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอทำให้ทราบถึงสารสำคัญที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและช่วยป้องกันโรคได้ ซึ่งผลงานวิจัยที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์ความเหมาะสมของพันธุ์ข้าวกับความต้องการของร่างกายของผู้บริโภคตามช่วงวัยเพื่อป้องกันการเกิดโรคและวิจัยต่อยอดเกี่ยวกับโภชนาการของข้าวพันธุ์ที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายของผู้บริโภควัยเรียนวัยทำงาน และวัยผู้สูงอายุและ/หรืออนุรักษ์พันธุ์ข้าวพื้นเมือง

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้พันธุ์ข้าวที่สูง บ้านป่าคาจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์เบิ้ลล๊ะ ข้าวพันธุ์เบิ้ลจ้อฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ ดำเนินการดังนี้

การเก็บข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดพันธุ์ (ดัดแปลงวิธีของ นันทิยา และวิจิตร, 2554) สุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 10 เมล็ด มาทำการวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดข้าวเปลือก โดยใช้เครื่องวัดละเอียด หรือดิจิตอลเวอร์เนียคาลิเปอร์ เมล็ด บันทึกข้อมูลที่ได้แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน น้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ข้าว ทั้ง 5 สายพันธุ์ ทำการสุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 100 เมล็ด ชั่งเพื่อหาน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

การวิเคราะห์ปริมาณกาบาและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การเตรียมสารสกัดหยาบจากข้าว โดยนำเมล็ดข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ ทำการบดละเอียดแล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณกาบาและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดังนี้

การวิเคราะห์ปริมาณกาบา (Gamma amino butyric acid, GABA) (ดัดแปลงวิธีของ Zhang Q, et al, 2014)

ซึ่งตัวอย่างข้าวที่บดละเอียด 1 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปเซนติฟิวจ์ที่ความเร็วรอบ 4000 rpm เป็นเวลา 60 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง ดูดส่วนใสปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Borate buffer pH 9 ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติม 6% Phenol reagent ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย Sodium hypochlorite reagent ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปต้มในอ่างน้ำร้อนเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำออกมาแช่ในอ่างน้ำเย็นเป็นเวลา 20 นาที เติม 60% ethanol ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) (ดัดแปลงวิธีของ Butsat & Siriamornpun, 2010) ซึ่งตัวอย่างข้าวที่บดละเอียด 1 กรัม เติม 80% ethanol ในอัตราส่วน 1:5 (w/v) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง ทำให้เข้มข้นด้วยเครื่อง Vacuum rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นำสารสกัดหยาบมาปรับให้มีความเข้มข้น 5% ด้วย 80% ethanol หาความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) ที่ช่วงความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร นำตัวอย่างสารสกัดหยาบจากข้าวพันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา ความเข้มข้น 100 ไมโครลิตร มา 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 2 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) เติมสารละลายควบคุม (Control) โดยใส่ 80% ethanol อย่างละ 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH 2 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max})

ผลการวิจัย

พันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา 5 สายพันธุ์ได้แก่ ข้าวพันธุ์เบลล์ละ ข้าวพันธุ์เบลล์เจอฟ่าง ข้าวพันธุ์เบลล์หยางเจอ ข้าวพันธุ์เบลล์เกลือ และข้าวพันธุ์เจ้าสีซอ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดที่ศึกษาคือ สีของเมล็ดข้าวเปลือก สีของเมล็ดข้าวกล้อง รูปร่าง ความกว้าง ความยาว ความหนา และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีผลดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

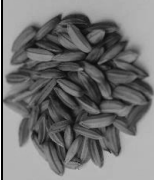
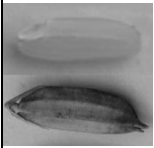
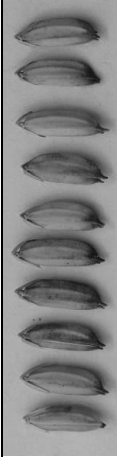
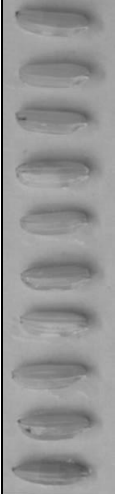
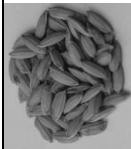
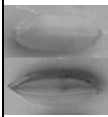
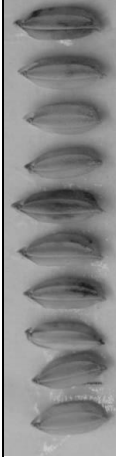
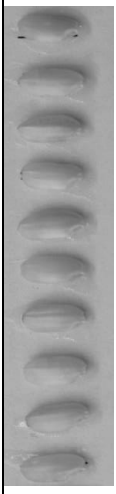
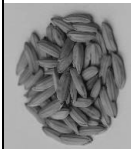
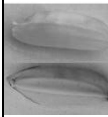


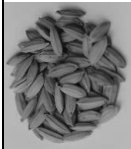




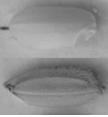
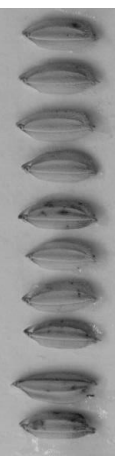
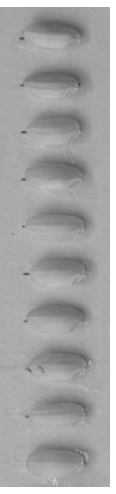
ตารางที่ 1 ลักษณะของข้าว 5 สายพันธุ์

พันธุ์ข้าว	ข้าวเปลือก			ข้าวเปลือก ($\bar{X} \pm SD.$)			
	สี	สี	รูปร่าง* (L/W)	ความยาว (L) (มม.)	ความกว้าง (W) (มม.)	ความหนา (มม.)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
1. เบล้ละ (ข้าวไร่)	ฟางสลับ น้ำตาล	ขาว	ป้อม	9.55±0.40	3.17±0.18	2.13±0.23	3.11±0.18
2.เจ้าลีซอ (ข้าวไร่)	ฟาง	ขาว	ป้อม	9.83±0.54	3.62±0.14	2.27±0.19	3.70±0.10
3.เบล้เกลื้อ (ข้าวไร่)	ฟาง	ขาว	ป้อม	9.66±0.38	3.11±0.14	2.08±0.13	3.06±0.15
4. เบล้หยาง เจอ (ข้าวนา)	ฟาง	ขาว	ป้อม	9.41±0.45	3.51±0.18	2.17±0.17	3.25±0.20
5. เบล้เจ้อ ฟาง (ข้าวนา)	ฟาง	ขาว	ป้อม	9.02±0.29	3.50±0.15	2.20±0.09	2.90±0.31

* ข้าวเปลือกรูปร่าง ป้อม คือ $L/W < 3.1$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W = 3.3-4.0$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W > 4.2$ (ธีระ และคนอื่นๆ, 2555)

ผลการศึกษพบว่า ข้าวพันธุ์เบล้ละมีสีของข้าวเปลือกสีแดงสลับน้ำตาล และสีฟางของข้าวพันธุ์เจ้าพันธุ์เบล้เกลื้อ พันธุ์เบล้หยางเจอและพันธุ์เบล้เจ้อฟาง ส่วนข้าวกล้องมีสีขาทั้งหมด 5 สายพันธุ์ มีค่า L/W ของข้าวพันธุ์เบล้ละ ข้าวพันธุ์เบล้เจ้อฟาง ข้าวพันธุ์เบล้หยางเจอ ข้าวพันธุ์เบล้เกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ เท่ากับ 3.0 2.7 3.1 2.7 และ 2.6 ตามลำดับ ซึ่งรูปร่างของข้าวเปลือกมีรูปร่างป้อม (ธีระ และคนอื่นๆ, 2555) ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 9.83±0.54 ถึง 9.02± 0.29 มิลลิเมตร โดยพันธุ์เจ้าลีซอ มีความยาวมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เบล้เกลื้อ พันธุ์เบล้ละ พันธุ์เบล้หยางเจอ และพันธุ์เบล้เจ้อฟาง เท่ากับ 9.83±0.54 9.66±0.38 9.55±0.40 9.41±0.45 และ 9.02±0.29 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความกว้างของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 3.62±0.14 ถึง 3.11±0.14 มิลลิเมตร พันธุ์เจ้าลีซอ มีความกว้างมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เบล้หยางเจอ พันธุ์เบล้เจ้อฟาง พันธุ์เบล้ละ และพันธุ์เบล้เกลื้อ เท่ากับ 3.62±0.14 3.51±0.18 3.50±0.15 3.17±0.18 และ 3.11±0.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความหนาของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 2.27±0.19 ถึง 2.08±0.13 มิลลิเมตร พันธุ์เจ้าลีซอ มีความหนามากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เบล้เจ้อฟาง พันธุ์เบล้หยางเจอ พันธุ์เบล้ละ และพันธุ์เบล้เกลื้อ เท่ากับ 2.27±0.19 2.20±0.09 2.17±0.17 2.13±0.23 และ 2.08±0.13 มิลลิเมตร ตามลำดับ รูปร่างของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์มีรูปร่างเรียวยาวในข้าวพันธุ์เบล้ละและเบล้เกลื้อ ค่อนข้างป้อมในข้าวพันธุ์เจ้าลีซอและเบล้หยางเจอ ถึงป้อมในข้าวพันธุ์เบล้เจ้อฟาง และน้ำหนักข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 3.70±0.10 ถึง 2.90±0.31 กรัม/100 เมล็ด ข้าวพันธุ์เจ้าลีซอมีน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์เบล้หยางเจอ พันธุ์เบล้ละ พันธุ์เบล้เกลื้อ และพันธุ์เบล้เจ้อฟาง เท่ากับ 3.70±0.10 3.25±0.20 3.11±0.18 3.06±0.15 และ 2.90±0.31 กรัม/100 เมล็ด ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ชื่อพันธุ์ข้าว เมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

พันธุ์ข้าว	เมล็ดข้าวเปลือก	เมล็ดข้าวเปลือก/ ข้าวกล้อง	ข้าวเปลือกจำนวน 10 เมล็ด	ข้าวกล้องจำนวน 10 เมล็ด
1. เบล็ล๊ะ (ข้าวไร่)				
2. เจ้าสีซอ (ข้าวไร่)				
3. เบล็ล๊ะ (ข้าวไร่)				
4. เบล็ล๊ะแดง (ข้าวนา)				
5. เบล็ล๊ะฟ่าง (ข้าวนา)				

ปริมาณกาบา

การวิเคราะห์ปริมาณกาบาของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ คือ พันธุ์เบิ้ลละ พันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่าง พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ พันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ และพันธุ์เจ้าลีซอ ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกาบาในข้าว 5 สายพันธุ์

พันธุ์ข้าว	ปริมาณกาบา มิลลิกรัม/100 กรัม			($\bar{X} \pm SD$)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
เบิ้ลละ	16.2	15.6	16.2	16.00±0.35
เบิ้ลเจ้อฟ่าง	15.4	14.2	14.2	14.60±0.69
เบิ้ลหยางเจอ	15.8	15.8	16.2	15.93±0.23
เบิ้ลเกลื้อะ	19.9	19.5	19.5	19.63±0.23
เจ้าลีซอ	14.6	15.0	15.0	14.87±0.23

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารกาบา พบว่า ปริมาณกาบาในข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกัน โดยข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ มีปริมาณสารกาบาสูงสุด เท่ากับ 19.63±0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา คือ พันธุ์เบิ้ลละ เท่ากับ 16.00±0.35 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ เท่ากับ 15.93±0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พันธุ์เจ้าลีซอเท่ากับ 14.87 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่างเท่ากับ 14.87±0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดย DPPH assay (DPPH radical scavenging assay)

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ คือ พันธุ์เบิ้ลละ พันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่าง พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ พันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ และพันธุ์เจ้าลีซอ พบว่า ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ ดังตาราง 4

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าว 5 สายพันธุ์

พันธุ์ข้าว	% inhibition			($\bar{X} \pm SD$)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
เบิ้ลละ	88.05	88.18	86.10	87.45±1.16
เบิ้ลเจ้อฟ่าง	90.13	90.13	90.26	90.17±0.07
เบิ้ลหยางเจอ	82.86	82.99	85.58	83.81±1.54
เบิ้ลเกลื้อะ	91.17	91.30	89.09	90.52±1.24
เจ้าลีซอ	87.14	87.27	81.69	85.37±1.19

ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ร้อยละ 90.52±1.24 รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่าง ร้อยละ 90.17±0.07 ข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ร้อยละ 87.45±1.16 ข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ ร้อยละ 85.37±1.19 และข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ร้อยละ 83.81±1.54 ตามลำดับ

อภิปรายผล

ลักษณะสัณฐานวิทยาของข้าวบนพื้นที่สูง บ้านป่าคา อำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ พันธุ์เบิ้ลละ พันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่าง พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ พันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ และพันธุ์เจ้าลีซอ มีสีข้าวเปลือกและสีของเมล็ดข้าวกล้องที่แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ โดยมีรูปร่างเมล็ดที่คล้ายคลึงกันซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ความหลากหลายของพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองบริเวณ ลุ่มน้ำ นาทวี จังหวัดสงขลา พบว่า

สีเปลือกเมล็ดมีความหลากหลายสูงสุด (อรรวรรณ และคนอื่นๆ, 2553; นันทิยา และวิจิตร, 2554) การที่ความหลากหลายทาง พันธุกรรมของสีเปลือกเมล็ดเกิดขึ้นเนื่องจากการผสมข้ามพันธุ์ที่เกิดขึ้นในช่วงที่ดอกบาน (Deb, 2006) และลักษณะของพื้นที่การปลูกที่แตกต่างกันอาจมีผลทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน เนื่องจากข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ ข้าวพันธุ์เบิ้ลละและข้าวพันธุ์เจ้าลิซอเป็นข้าวไร่ ส่วนข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอและพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่างเป็นข้าวนา สีของข้าวเปลือกข้าวพันธุ์เบิ้ลละมีสีแดงสลับน้ำตาล และมีสีฟางในข้าวพันธุ์เจ้าพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ พันธุ์เบิ้ลหยางเจอและพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่าง ส่วนข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ มีสีข้าว รูปร่างข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ และข้าวพันธุ์เจ้าลิซอซึ่งมีค่า ความยาว/ความกว้าง (L/W) เท่ากับ 3.0 2.7 3.1 2.7 และ 2.6 ตามลำดับ รูปร่างข้าวเปลือกมีลักษณะป้อม เมื่อเทียบตามเกณฑ์ของข้าวเปลือกรูปร่าง ป้อม คือ $L/W < 3.1$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W = 3.3-4.0$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W > 4.2$ (ธีระ และคนอื่นๆ, 2555)

ปริมาณกาบาของข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะ มีปริมาณสารกาบาสูงสุด รองลงมา คือ พันธุ์เบิ้ลละ พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ พันธุ์เจ้าลิซอ และพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่าง ตามลำดับ สำหรับกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อะมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ล ข้าวพันธุ์เจ้าลิซอ และข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ตามลำดับ โดยที่ปริมาณ GABA มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง (วรัณพร และคนอื่นๆ, 2555) งานวิจัยนี้มีปริมาณสารกาบาและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ไม่สัมพันธ์กัน อาจเนื่องมาจากมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดอื่นๆ ที่มีผลต่อการตรวจวัดด้วย DPPH assay มากกว่ากลุ่มสารที่ศึกษา (ภคินี และคนอื่นๆ, 2556) และข้าวต่างสายพันธุ์กันก็มียีนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เช่นปริมาณ แอมิโลส แอมิโลเพกติน จึงทำให้ปริมาณสารกาบาและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน (สำราญ และคนอื่นๆ, 2558) โดยพันธุ์ข้าวที่มี amylose ต่ำมีปริมาณสาร GABA มากกว่าพันธุ์ amylose สูง (พัชรี, 2549; Varanyanond, et al., 2005) นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรมในการเปลี่ยนโปรตีนเป็นกรดกลูตามิก (Lásztity, 1996) การสะสมกรดกลูตามิกในเนื้อเยื่อข้าวกล้อง (Roohinejad, et al., 2009) กลไกการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีที่สัมพันธ์กับกระบวนการสังเคราะห์สาร GABA (Shelp, et al., 1999)

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ ธรรมวงศา และคนอื่นๆ. (2555). ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของข้าวเปลือกข้าวดำนาสวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 40(4), 1138-1148.
- นันทิยา พนมจันทร์ และวิจิตรา อมรวิริยะชัย. (2554). ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองบริเวณลุ่มน้ำทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ด. *วารสารหาดใหญ่วิชาการ*, 9(1), 25-31.
- พัชรี ตั้งตระกูล และคนอื่นๆ. (2549). การใช้ประโยชน์จากคัพภะข้าวและข้าวกล้องงอกเป็นอาหารสุขภาพเพื่อเพิ่มมูลค่า. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ภคินี อัครเวสสะพงศ์ และคนอื่นๆ. (2556). ความสัมพันธ์ของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณ Tocopherol และ gamma aminobutyric acid (GABA) ในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก. ในการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. (หน้า 326). กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนาข้าวกรมการข้าว เขตจตุจักร.
- มณฑา หมี่ไพโรพฤกษ์ และคนอื่นๆ. (2559). ความหลากหลายของข้าวพันธุ์พื้นเมืองในจังหวัดกำแพงเพชร. กำแพงเพชร : มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- วรัมพร วงศ์สุติน และคนอื่นๆ. (2555). การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญในข้าวกล้องงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 43(2) (พิเศษ), 553-556.
- สุรีย์ ศรีวันทนิยกุล และคนอื่นๆ. (2539). การรวบรวม อนุรักษ์ ประเมินลักษณะและจัดหมวดหมู่ข้าวพื้นเมืองในเขตศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำราญ ทิมราช และคนอื่นๆ. (2558). ปริมาณกาบาและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 12(1), 35-40.
- อรรวรรณ สมใจ จรัสศรี นวลศรี และไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2553). ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองบริเวณลุ่มน้ำนาทวีจังหวัดสงขลา โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดและเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 41, 89-97.
- Appa, R.S., et al. (1997). Collection and Classification of Rice Germplasm from the Lao PDR. Part 2 : Northern, Southern and Central Regions, Lao-IRRI Project. **Vientiane : National Agricultural Research Center**, Lao PDR. 41 pp.
- Butsat, S., & Siriamornpun, S. (2010). Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice. *Food Chemistry*, 119, 606-613.
- Deb, D. (2006). Flowering asynchrony can maintain genetic purity in rice landraces. *CurrentScience* 91, 155-157.
- Lásztity, R. (1996). *The chemistry of cereal proteins*. CRC Press, Boca Raton FL USA.
- Roohinejad, S., et al. (2009). Evaluation of GABA, crude protein and amino acid composition from different varieties of Malaysian's brown rice. *Australian Journal of Crop Science*, 3(4), 184-190.
- Shelp, B.J., Bown, A.W. & McLean, M.D. (1999). Metabolism and functions of gamma aminobutyric acid. *Trends in Plant Science*, 4(11), 446-452.

- Tripathy, S., Gurung, P. & Sharma, S. D. (2005). Intellectual property contributions with regard to rice genetic resources by tribes of south Orissa, India. **Plant Genetic Resources Newsletter**, **141**, 70-73.
- Varayanond, W., et al. (2005). Effect of water soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ of different Thai rice varieties. **Kasetsart Journal (Natural Science)**, **39**, 411-415.
- Zhang, H., Yao, H.Y. & Chen, F. (2007). Genotype and environmental effects on the relationship between alpha-amylase activity and seedling growth in rice. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, **5(70)**, 1160-1165.
- Zhang, Q., Xiang, et al. (2014). Optimizing soaking and germination conditions to improve gamma-aminobutyric acid content in japonica and indica germinated brown rice. **Journal of Functional Foods**, **10**, 283-291.